

プログラム名：「超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現」

PM名：伊藤 耕三

プロジェクト名：「燃料電池電解質膜薄膜化プロジェクト」

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 27 年度

研究開発課題名：

「燃料電池電解質膜薄膜化プロジェクト」

研究開発機関名：

旭硝子株式会社

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本研究開発プロジェクトでは、燃料電池電解質膜を薄膜化して高性能・高耐久の燃料電池を実現するために、新規構造を有するタフなフッ素系高分子電解質及びその薄膜化プロセスの開発を行っている。

当該年度（平成27年度）はプロジェクト2年目であり、平成28年3月には、「標準膜の評価・解析」、「実験測定系の整備・解析方針の確立」、「薄膜の発電条件と発電性能との相関把握」を完了し、中間目標である「タフポリマーのコンセプト・設計指針の確立」に向けて研究開発が軌道に乗っている状態を目標とする。

以下に、中間目標および最終目標を記載する。

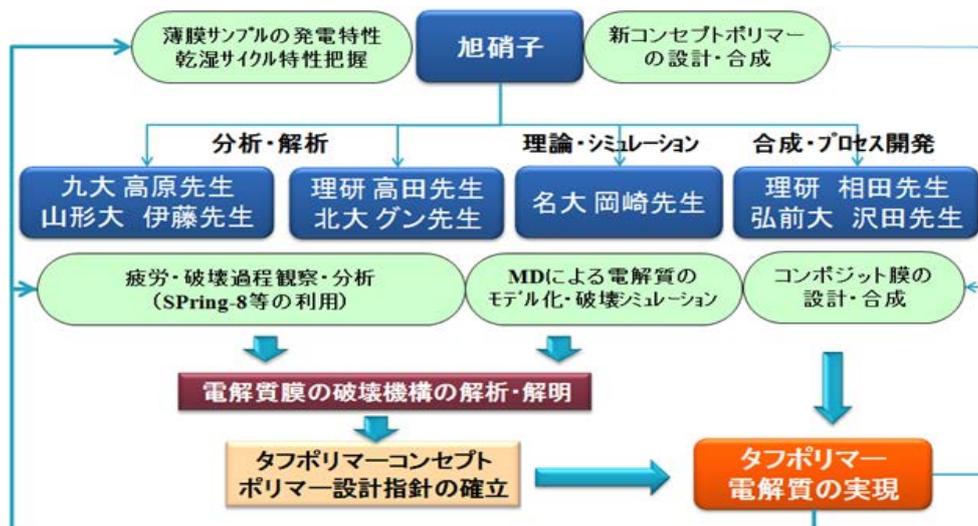
◆中間目標：平成28年10月「タフポリマーのコンセプト・設計指針の確立」

◆最終目標：平成30年12月

- ・タフポリマーのコンセプトを確立し、従来膜（25 μ m \sim ）を大幅に薄膜化（膜厚5 \sim 10 μ m）した超薄膜電解質膜を開発する。
- ・プロトン輸送抵抗低減と耐久性の両立を優先課題とし、水素透過性が参照膜以下であることを目標とする。

目標達成に向けたアカデミアとの連携による開発スキームを図1に示す。タフポリマー電解質の実現に必要な「タフポリマーのコンセプト・設計指針の確立」に向けて、分析・解析、理論・シミュレーション、合成・プロセスの開発観点から連携を取り開発を進めている。

図1 アカデミアとの連携による開発スキーム



2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

アカデミアと連携し、本年度の目標である「標準膜の評価・解析」、「実験測定系の整備・解析方針の確立」を完了した。また、「薄膜の発電条件と発電性能との相関把握」についても予定通り進捗した。さらに、電解質膜の物性・耐久性評価、電解質膜の破壊観察・解析を進め、「タフポリマーのコンセプト・設計指針の確立」に向けた開発アプローチを策定し、新コンセプトポリマーの合成・検証のサイクルを進めている。

2-2 成果

◆分析・解析技術の確立

アカデミアと連携し分析・解析技術の確立を進めている。電解質膜のマクロな破壊観察から、膜の両側にノッチを入れたダブルノッチ引張試験による破壊エネルギー値 (WF 値) 評価が、電解質膜の機械強度評価に有効であることを見出し、各種材料評価を実施した (山形大・伊藤先生)。加えて、2軸変形下でのクラスター構造変化解析をバルジ試験法を用い進めている (九大・高原先生)。

また、新構造電解質のクラスター構造を予測するため相分離構造のシミュレーションを進めており、全原子 MD 法による従来電解質膜の構造モデル化に成功した (名大・岡崎先生)。SPring-8 を用い、静的及び変形下でのクラスター構造変化を解析中である (理研・SPring-8・高田先生)。

◆新コンセプトポリマー電解質膜開発

プロトン輸送抵抗は高イオン交換容量化で達成できるが、従来の膜設計では湿潤時に大きく膨潤するため、この膨潤を抑える新コンセプトが必要である。疎水領域の改良から膨潤度を抑える設計指針を得ている (図2)。また、高い乾湿サイクル耐久性を得るためにはポリマーの破壊エネルギー値 (WF 値) 向上が必須であり、クラスター部分の改良から高靱性化に向けた一つの考え方を得た (図3)。中間目標である「タフポリマーのコンセプト・設計指針の確立」にむけて、これらの設計指針を組み合わせ、新しいコンセプトのタフポリマーの合成・検証を進めている。

図2 ポリマーの含水率低減

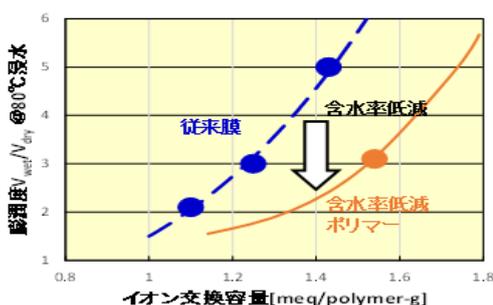
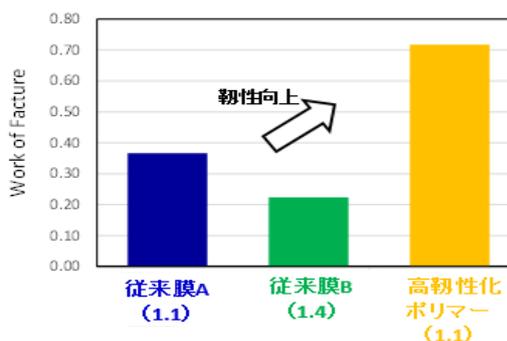


図3 ポリマーの高靱性化

*括弧内はイオン交換容量



また、前記検討とは別に、電解質の疎水部に応力を分散できる構造を導入したポリマーについても検討を進めている。

◆新コンセプトコンポジット電解質膜開発

膜の補強技術として、含フッ素オリゴマー等とパーフルオロスルホン酸ポリマーとのコンポジット化について検討を進めている。破断強度が無添加のパーフルオロスルホン酸膜と同等で、弾性率がより高い膜が得られている（弘前大・沢田先生）。また、水素透過抑制技術の確立を目指し、二次元ナノシートとのコンポジット化を行い、膜物性評価を進めている（理研・相田先生）。

2-3 新たな課題など

- ・特になし。

3. アウトリーチ活動報告

- ・特になし。